

(11)Publication number : 63-075630 ← JP Application Laid Open No  
(43)Date of publication of application : 06.04.1988

(51)Int.Cl. G01L 3/10

(21)Application number : 61-219751

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.09.1986

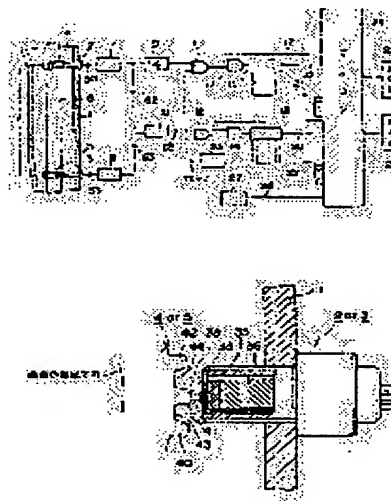
(72)Inventor : SAKAGUCHI TATSUNORI  
HORI KOSHI SHIGERU  
HAYASHI FUSAO

#### (54) PHASE DIFFERENCE TYPE TORQUE DETECTOR

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To detect torque with high accuracy, by detecting torque on the basis of a correction value always new during operation and sufficiently correcting the characteristic change appearing dependent on the change in the characteristic appearing in each constitutional element with the elapse of time or the number of rotations.

**CONSTITUTION:** The output pulse signals of wave form shaping circuits 7, 8 are rectangular and supplied to a phase difference signal detection circuit 10 to become a signal 65 showing phase difference. Next, the signal 65 is supplied to an AND gate 12 to gate the clock from a clock generator 23 and the ON- time thereof is detected and this data is taken in a microcomputer 24 through a signal wire 22. In parallel to this, the pulse signal 62 being the output of the circuit 7 is also supplied to a frequency divider 9 and divided in frequency by 1/2 to be utilized in the gating of the clock by an AND gate 11 and counted by a counter 15 to detect the cycle thereof. This cycle is taken in the microcomputer 24 through a signal wire 21. By this method, torque is detected on the basis of a new correction value to sufficiently correct the characteristic change due to the change in the characteristic appearing in each constitutional element.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ Int. Cl.<sup>8</sup>  
G 01 L 3/10

識別記号 庁内整理番号  
B 8505-2F

⑭公告 平成5年(1993)9月9日

発明の数 1 (全7頁)

⑮発明の名称 自動車用位相差式トルク検出装置

⑯特 願 昭61-219751

⑰公 開 昭63-75630

⑱出 願 昭61(1986)9月19日

⑲昭63(1988)4月6日

⑳発 明 者 坂 口 龍 範 茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社日立製作所佐和工場内

㉑発 明 者 堀 越 茂 茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社日立製作所佐和工場内

㉒発 明 者 林 房 夫 茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社日立製作所佐和工場内

㉓出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉔代 理 人 弁理士 武 顕次郎 外1名

㉕審 査 官 森 雅 之

㉖参 考 文 献 特開 昭60-205228 (JP, A) 特開 昭59-27230 (JP, A)

1

2

# ①特許請求の範囲

1 自動車のエンジンに結合された回転軸のトルク伝達部分の長さ方向に所定の距離を隔てて取付けた2枚の歯車と、これら歯車の回転を検出する第1と第2の回転位置検出器と、これら回転位置検出器の出力信号をそれぞれ第1と第2のパルス信号に整形する第1と第2の波形整形手段とを備え、これら第1と第2のパルス信号間の位相差によりトルクを検出するようにした自動車用の位相差式トルク検出装置において、上記回転軸によるトルク伝達量が実質的にゼロになっている状態を検出する無負荷検出手段と、上記回転軸の回転数Nを検出する回転数検出手段と、マイクロコンピュータとを設け、該マイクロコンピュータにより、上記回転軸によるトルク伝達量がゼロでその回転数が低速 $N_1$ のときのトルク $\tau_1$ に対応した上記パルス信号のオンデューティ比を表わすデータaと、上記回転軸によるトルク伝達量がゼロでその回転数が高速 $N_2$ のときのトルク $\tau_2$ に対応した上記パルス信号のオンデューティ比を表わすデータbとを算出し、これらのデータa、bに基づく直線補間によりテーブルを作成し、このテーブル

を回転数Nにより検索して補正值 $D_c$ を求め、この補正值 $D_c$ と検出したトルク値とから補正されたトルクを計算するように構成したことを特徴とする自動車用位相差式トルク検出装置。

## 5 発明の詳細な説明

### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、伝達すべきトルクによつて回転軸に発生するねじれ量に基いてトルクを検出する装置に係り、特に自動車などの車輛に好適なトルク検出装置に関する。

### 〔従来の技術〕

自動車用のトルク検出装置としては、従来から、例えば特開昭60-220834号公報に開示されているような、いわゆる位相差式のものが用いられている。

ところで、この従来の装置では、上記公報の記載から明らかなように、2個の回転位置検出器から得られる出力信号が回転軸の回転数と無関係に常に同じ波形の信号に保たれ、かつ、この出力信号を矩形波のパルス信号に整形するときの比較回路の基準電圧も常にゼロクロスレベルに保たれているという前提のもとでトルク検出が行なわれる

3

ようになっており、これらの前提が崩れた場合については配慮されていなかった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、回転位置検出器の出力信号の波形の変化や、波形整形のための基準電圧レベルの変化については配慮がなされておらず、このためトルク検出の精度が低下するという問題があった。

本発明の目的は、上記した従来技術の問題に充分に対処でき、常に高精度でトルク検出が可能な位相差式トルク検出装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、本発明によれば、回転軸によるトルクの伝達状態が予め定められている所定の状態になったとき、検出されてくるトルクを基にして補正データを作り、この補正データにより通常時でのトルク検出補正を行なうようにして達成される。

〔作用〕

検出動作中、所定の条件が満足される毎に補正データの更新が得られるから、トルク検出の回転数依存性や経年変化などの影響を除いて常に高精度を保つことができる。

〔実施例〕

以下、本発明による位相差式トルク検出装置について、図示の実施例により詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例で、自動車の推進軸に現われるトルクの検出に本発明を適用したもので、自動車の動力伝達部のケーシング1内に収容され、推進軸（プロペラシャフト）に結合されている回転軸6に、所定の距離1を隔てて2枚の歯車4、5が取付けてある。これらの歯車4、5は歯数が等しく、かつ、いずれも鉄などの磁性体で作られている。

ケーシング1の内側には磁気検出形の回転位置検出器2、3が装着されており、それぞれ、その磁気検出部（先端部）は上記した2枚の歯車4、5の外周部に近接した位置を取るようになっている。

ここで、これら2個の回転位置検出器2、3についてさらに等しく説明する。

第2図において、33は磁気抵抗効果素子（以下、MR素子という）で、永久磁石35と磁性体コア36とを備えており、この結果、永久磁石3

4

5から発生する磁束は破線38で示すような流れとなつてゐる。

従つて、歯車4、5が回転すると、その歯先部40、41、42などにより磁束の流れ38が変化し、MR素子33を通る磁束の量が変わり、その抵抗値が変化し、これにより歯車4、5の回転を電気信号として検出することができる。

これら回転位置検出器2、3の出力信号は第3図の波形50、53のような正弦波形になる。

そこで、まず、これらの信号は、それぞれ波形整形回路7、8により矩形波状のパルス信号に整形され、その後、トルク検出のための処理が行なわれるようになってゐる。

第1図に示すように、波形整形回路7、8の出力であるパルス信号は、第3図の波形62、63に示すような矩形波となつてゐるが、これらの信号62、63は、まず位相差信号検出回路10に供給され、これらの信号間での位相差を表わす信号65に変換される。この信号65の波形も第3図に示されている。

次に、この位相差信号65はアンドゲート12に供給され、クロック発生器23からのクロックをゲートしてカウンタ16に供給することにより、そのオン時間 $t_0$ （第3図）が検出され、このデータは信号線22によつて制御用のマイクロコンピュータ（マイコンという）24に取り込まれる。

一方、これと並行して、波形整形回路7の出力であるパルス信号62は分周器9にも供給され、ここで1/2分周された上でアンドゲート11によりクロックのゲートに利用され、カウンタ15によつて計数が行なわれた結果、その周期T（第3図）の検出が行なわれる。そして、この周期Tは信号線21を介してマイコン24に取り込まれる。

このとき、マイコン24は、ROM25とRAM26から与えられる所定の処理手順に従つて動作し、信号線17、18を介してアンドゲート13、14に制御信号を送ると共に、リセット線19、20によつてカウンタ15、16のリセットを行ない、必要な制御が得られるようにする。

そして、上記した周期Tと時間 $t_0$ の取り込みが終るごとに、これらのデータに基いて位相差信号

(3)  
(3)

5

6

6 5 のオンデューティ比  $D_m (=t_u/T)$  を計算しトルクの検出を行なう。

すなわち、回転軸 6 を介してのトルクの伝達が現われると、これにより回転軸 6 にねじれが発生し、この結果、歯車 4 と 5 の歯の相対位置に変化を生じ、これが位相差信号 6 5 のオンデューティ比の変化として検出されるので、このオンデューティ比に基づいてトルク検出ができ、これが位相差方式のトルク検出原理であるからである。

このときのトルク  $\tau$  は次式で与えられる。

$$\tau = (\pi/32 \times d^4 \times G) \cdot \frac{1}{l} \cdot \theta \quad \cdots(1)$$

ここで、

$d$  : 回転軸の直径

$G$  : 回転軸の横弾性係数

$l$  : 歯車間の距離

$\theta$  : 回転軸に現われたねじれ角

$\pi$  : 円周率

一方、ねじれ角  $\theta$  とオンデューティ比  $D_m$  とは、比例関係にあり、従つて、

$$\theta = k \cdot D_m \quad \cdots(2)$$

ここで、

$$k = \pi/z$$

$z$  : 歯車の歯数

となる。

そして、上記の諸量、 $d$ 、 $G$ 、 $l$ 、 $z$  などは、与えられた装置についてはいずれも定数となるから、結局、

$$\tau = C \cdot D_m \quad \cdots(3)$$

ここで、

$$C : (\pi/32 \times d^4 \times G) \cdot \frac{1}{l} \cdot \frac{\pi}{z} \quad (= \text{定数})$$

となり、一般的には、この(3)式によりトルクを求めるようになっている。

第 1 図に戻り、2 7 は無負荷検出器で、2 8 は無負荷信号をマイコン 2 4 が取り込むための信号線である。

そして、この実施例では、トルク  $\tau$  の演算を上記の(3)式によつて行なうのではなくて、次の(4)式で行なうようになっている。

$$\tau = C \cdot (D_m - D_c) \quad \cdots(4)$$

ここで、

$D_c$  : 補正值

そこで、以下、このオンデューティ比  $D_m$  に補

正值  $D_c$  を含ませた理由について説明する。

上記したように、このような位相差式のトルク検出処理では、検出器の出力信号に現われる波形変化や、パルス信号に変換する際の基準電圧レベルの変化によりトルク検出に誤差を生じる。

まず、波形変化について説明すると、回転軸 6 が比較的低回転数のときにはあまり問題にならないが、この回転数が増加してくるにしたがい、歯車 4、5 の歯先部 4 0、4 1、4 2 における渦電流が大きくなり、これにより磁束の流れ 3 8 に変化が生じ、この結果、出力信号 5 0、5 3 に波形歪が現われてくるのである。

これを第 3 図で説明すると、歯車 4、又は 5 に渦電流が流れると、この影響により各回転位置検出器 2、3 の出力には波線 5 5 で示す電圧が現われる。ここで、図中の A、B、C、D の各点は、歯車 4、5 の歯先部 4 0、4 1、4 2 と谷部 4 3、4 4 との境界部分が MR 素子 3 3 の近傍を通過する時点を表わし、これらの時点ごとに電圧 5 5 に極大部 5 6 ~ 5 9 が生じていることが判る。

従つて、このような渦電流による電圧 5 5 を生じた場合には、出力信号 5 3 は破線 5 4 で示すような歪んだ信号となつてしまう。

次に、波形整形回路 7、8 による基準電圧レベルは第 3 図の実線 5 2、6 1 に示すゼロクロスレベルに保たれる必要があるが、実際には特性のパラッキや経年変化の影響もあり、例えば破線 5 1、6 0 で示すように、ゼロクロスレベルからずれてしまい、これを常に一致させるのは困難である。

このように、基準電圧レベルや波形に変化を生じると、例えば出力信号 5 3 によるパルス信号 6 3 に対して、出力信号 5 4 によるパルス信号 6 4 というような変化が与えられてしまうことになる。

しかして、このことは、パルス信号 6 3 と 6 4 それ自体のオンデューティ比  $D$  としては僅かな変化としてしか現われない (パルス信号 6 3 では  $D = t_u/T_u$ 、6 4 では  $D = t_u/T(3)$ ) が、位相差信号 6 5 が 6 6 のように変化することにより、これらの間では大きなオンデューティ比  $D_m$  の変化となつて現われ、結局、トルク検出に大きな誤差を与えてしまうことになる。

これは無負荷状態、つまり回転軸 6 によるトル

ク伝達量がゼロの状態であっても、例えば第4図に示すような、回転数 $N$ に依存した或る値のトルクが、みかけ上検出されてしまうことを意味する。この第4図で、比較的低速の回転数 $N_1$ の点71でみかけ上検出されてくるトルク $\tau_1$ が上記した基準電圧レベルのずれによるもので、回転数 $N_1$ よりも高速の回転数 $N_2$ における点72でみかけ上与えられてくるトルク $\tau_2$ のうち、トルク $\tau_1$ を引いたトルク量が上記した渦電流によるものであり、これらの間では実線70で示すように、ほぼ直線的にみかけ上のトルクが与えられてしまうものと考えられ、従つて、この斜線を付した領域73は無負荷時でのトルクのオフセット量となる。

そこで、上記実施例では、このトルクのオフセット量が補正值としてトルクの検出に反映されるように、上記(4)式で示す補正值 $D_c$ を用いるようにしているのであり、以下、この点について説明する。

マイコン24は、上記したように、信号線28を介して無負荷検出器27からのデータを読み込んでいる。なお、この無負荷検出器27は、この実施例では、自動車の駆動系に用いられているクラッチの操作状態を検出し、クラッチが切られているときだけオンになる無負荷検出信号を発生するように構成されているものである。

また、マイコン24には、カウンタ15からのデータも取り込まれており、この結果、回転軸6の回転数 $N$ も知ることができる。

そこで、マイコン24は、これら無負荷検出信号と回転数 $N$ とにより第5図に示す処理を行ない、逐次、第6図に示すテーブルの作成(更新)を行なつてゆく。

この第5図の処理は、マイコン24が動作可能にされると同時に開始され、まず、S1では信号線28から入力される無負荷検出信号を調べ、結果がNO、つまりクラッチが接続されていて回転軸6によるトルク伝達が行なわれている可能性がある間は、そのまま待機する。

S1での結果がYES、つまりクラッチが切られていて無負荷、すなわち、回転軸6によるトルク伝達量がゼロになっていることが確実になつていたときには、次のS2に進み、ここで回転数 $N$ を調べ、それが比較的低速の回転数 $N_1$ に等しくなっているか否かを判断し、結果がNOのときには

さらに次のS3に進み、今度は回転数 $N$ が比較的高速の回転数 $N_2$ に等しくなっているか否かを判断し、結果がNOのときには元に戻る。

一方、まず、S2での結果がYESになつたときには、S4、S5の処理を行ない、データaの算出を行なう。

また、S3の結果がYESになつたら、S6とS7の処理を行ない、データbの算出を行なう。

従つて、データaは、無負荷状態で、かつ回転数が $N_1$ のときのトルクである、第4図の $\tau_1$ に対応したオンデューティ比 $D_c$ の値を表わすデータとなり、同様に、データbは、無負荷状態で回転数が $N_2$ のときのトルク、つまり第4図のトルク $\tau_2$ に対応したオンデューティ比 $D_c$ の値を表わすデータとなる。

ところで、これらのデータa、bが算出されたあとは、その都度、S8の処理を実行し、データa、bの直線補間により第6図に示すテーブルの作成又は更新を行なつてゆくのである。

他方、マイコン24は、これと並行して第7図に示す処理も実行している。

この第7図の処理は、タイマー割込などにより周期的に実行されるもので、まず、S10で回転数 $N$ を取り込んだ後、次のS20でテーブル(第6図)を検索し、これにより、このときの回転数 $N$ に対応した補正值 $D_c$ の設定を行なう。その後、S30で本来のトルク検出に必要なオンデューティ比 $D_{on}$ を計算し、S40でトルク $\tau$ の計算を行なうのである。

従つて、この実施例によれば、動作中、常に新たな補正值によるトルク検出が得られることになり、各構成要素に現われる特性の経時変化や、回転数に依存して現われる特性変化などを十分に補正して高精度を容易に保つことができる。

なお、上記実施例における回転数 $N_1$ と $N_2$ の値については、それぞれ回転軸6に現われる回転数の下限付近と上限付近に定めればよく、例えば、 $N_1$ としては1000rpmなどと、そして $N_2$ としては3000rpmとすればよい。

また、無負荷検出器27としては、上記実施例のようなクラッチの操作状態に依存したものに限らず、例えば自動車駆動系における変速ギヤ装置のニュートラル状態に依存したものなどでもよい。

## 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によれば、トルク検出系における各要素の特性のバラツキや経時変化、或いは回転数に依存して現われる特性変化などの影響を受けることなく、常に容易に高精度のトルク検出を行なうことができる。

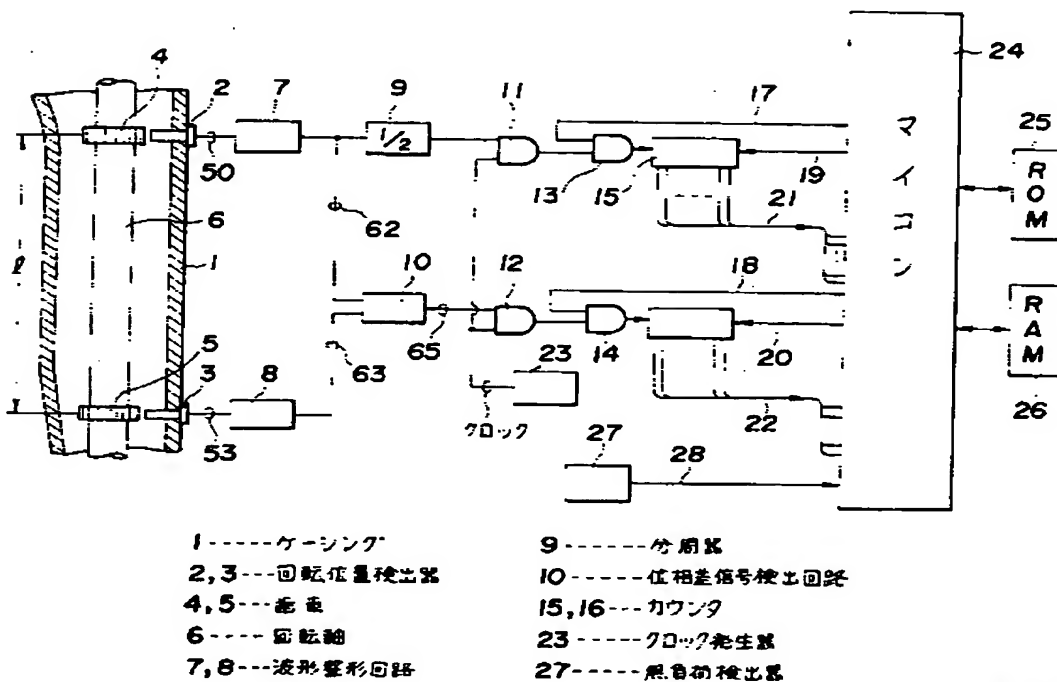
## 図面の簡単な説明

第1図は本発明による位相差式トルク検出装置の一実施例を示す構成図、第2図は回転位置検出器の一例を示す説明図、第3図は動作説明用の波

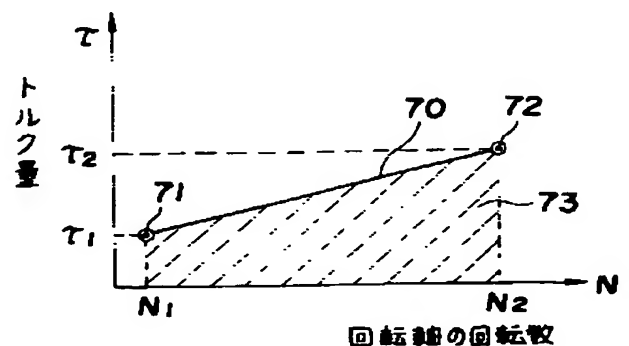
形図、第4図はオフセット量の説明図、第5図及び第7図はそれぞれ動作説明用のフローチャート、第6図はテーブルの説明図である。

1……ケーシング、2, 3……回転位置検出器、4, 5……磁性体歯車、6……回転軸、7, 8……波形整形回路、9……分周器、10……位相差信号検出回路、11~14……アンドゲート、15, 16……カウンタ、23……クロック発生器、24……マイクロコンピュータ、27……無負荷検出器。

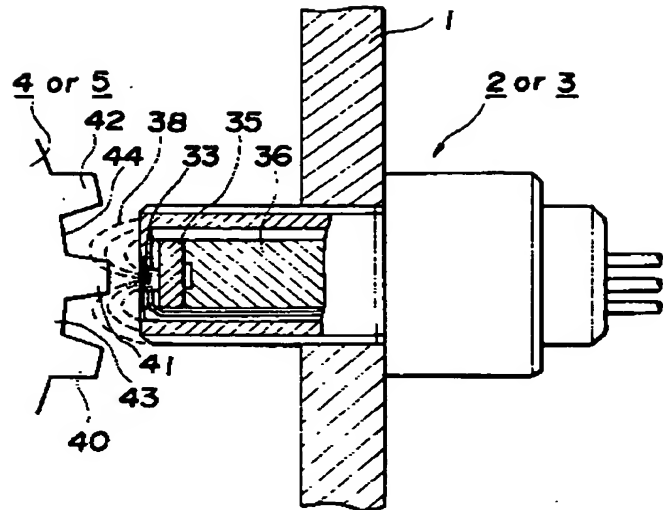
第1図



第4図

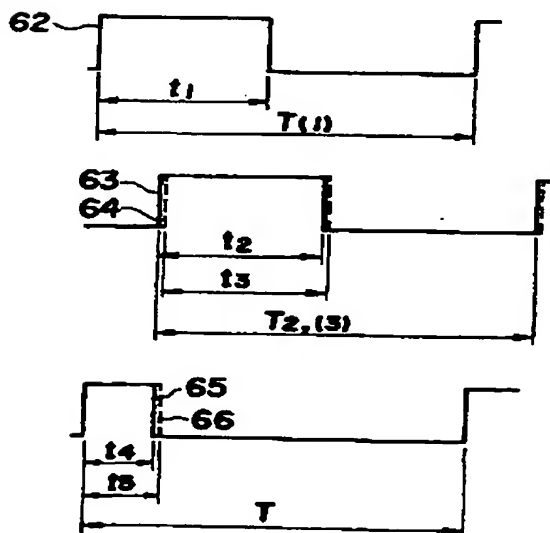
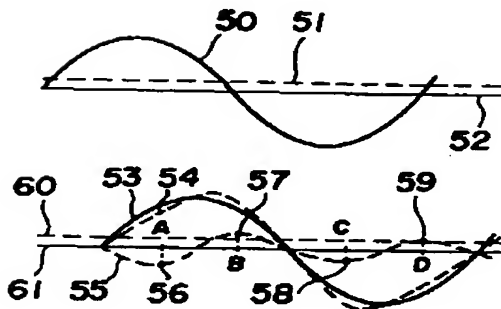


第2図

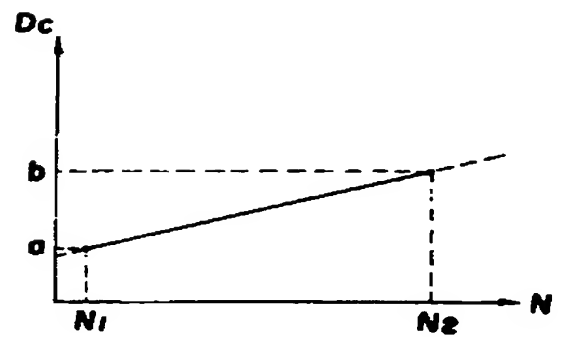


歯車の回転方向

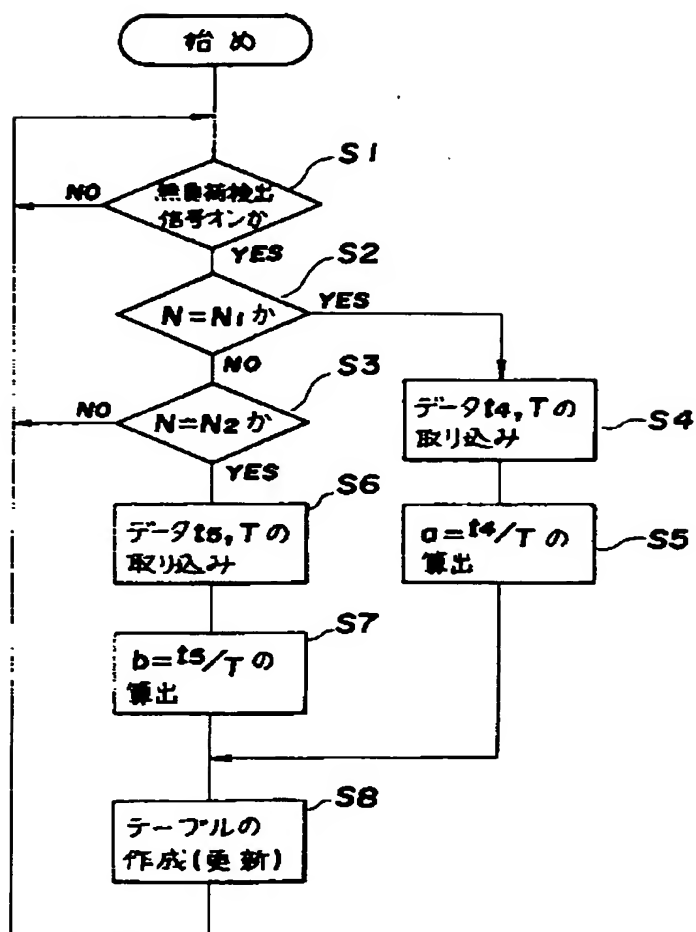
第3図



第6図



第5図



第7図

